

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Low-frequency cables with polyolefin insulation and moisture barrier polyolefin sheath

Câbles pour basses fréquences à isolation polyoléfine et gaine polyoléfine à barrière d'étanchéité

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60708:2005



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2005 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Low-frequency cables with polyolefin insulation and moisture barrier polyolefin sheath

Câbles pour basses fréquences à isolation polyoléfine et gaine polyoléfine à barrière d'étanchéité

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-1510-4

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Quality assurance.....	7
4 Cable construction.....	7
4.1 Conductor	7
4.1.1 Conductor material	7
4.1.2 Type of conductor.....	7
4.1.3 Conductor-finish	7
4.1.4 Continuity of conductor.....	7
4.2 Insulation	8
4.2.1 Insulation material	8
4.2.2 Insulation thickness	8
4.2.3 Colour of insulated conductor	8
4.3 Cabling element	8
4.4 Stranding	8
4.5 Colour code.....	8
4.5.1 General	8
4.5.2 Sub-units, units and cables up to and including 100 pairs or 100 quads	9
4.5.3 Cables of more than 100 pairs or 100 quads.....	9
4.6 Spare pairs or quads	10
4.7 Filling	10
4.8 Core protection	10
4.9 Sheath	10
4.9.1 General	10
4.9.2 Sheath material	10
4.9.3 Application of the sheath	10
4.10 Cable protection.....	11
4.11 Finished cable.....	11
4.11.1 Overall diameter	11
4.11.2 Sheath marking	11
4.11.3 Sealing of ends	12
4.12 Delivery.....	12
5 Mechanical requirements.....	12
5.1 Conductor	12
5.2 Insulation	12
5.3 Sheath	12
5.3.1 Tensile strength and elongation.....	12
5.3.2 Adhesion of aluminium tape to the polyethylene	12
5.3.3 Adhesion of aluminium tape at the overlap	13
5.4 Finished cable.....	13
5.4.1 Sheath integrity	13
5.4.2 Resistance to water penetration	13
5.4.3 Cable drip.....	13

6	Thermal stability and environmental requirements	13
6.1	Insulation	13
6.1.1	Thermal oxidative stability (OIT-test)	13
6.1.2	Shrinkage	14
6.1.3	Wrapping test of insulation after thermal aging	14
6.1.4	Bending test at low temperature	14
6.2	Sheath	14
6.2.1	Elongation at break after ageing	14
6.2.2	Resistance to weathering	14
6.2.3	Resistance to environmental stress cracking	14
7	Electrical requirements	14
7.1	General	14
7.2	Electrical resistance of conductor	14
7.3	Electrical resistance unbalance	15
7.4	Dielectric strength	15
7.5	Insulation resistance	15
7.6	Mutual capacitance	15
7.7	Capacitance unbalance	16
7.8	Transmission characteristics (when used for digital communication).....	17
7.8.1	Attenuation	17
7.8.2	Near End Crosstalk (NEXT)	17
7.8.3	Equal Level Far-end Crosstalk (ELFEXT)	17
7.8.4	Power sum (PS) of crosstalk loss	17
7.8.5	Characteristic impedance	17
7.8.6	Velocity of propagation	17
	Annex A (normative) Colour code: 10 pair or 5 quad count.....	19
	Annex B (normative) Colour code: sub-unit identification for 50 pair (25 quad) and 100 pair (50 quad) cables or units, using 10 pair or 5 quad count	20
	Annex C (normative) Colour code: 25 pair count	21
	Annex D (normative) Colour code: unit identification for 50 pair or quad and 100 pair or quad cables or units, using 25 pair or quad count	22
	Annex E (normative) Colour code: 25 quad count	23
	Annex F (normative) Colour code: unit identification for cables with more than 100 pairs, 25 pair count	24
	Annex G (normative) Colour code: unit identification for cables with more than 100 pairs or 50 quads, using 10 pair or 5 quad count or 25 quad count.....	26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LOW-FREQUENCY CABLES WITH POLYOLEFIN INSULATION
AND MOISTURE BARRIER POLYOLEFIN SHEATH**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60708 has been prepared by subcommittee 46C: Wires and symmetric cables, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, r.f. connectors, r.f. and microwave passive components and accessories.

This bilingual version (2014-04) corresponds to the English version, published in 2005-06.

IEC 60708 cancels and replaces IEC 60708-1 published in 1981 and amendment 3(1988). This edition constitutes a technical revision.

IEC 60708 has been completely revised technically and structurally. IEC 60708 now comprises only one single standard dealing with general design details and requirements. The old IEC 60708-2(1981), IEC 60708-3(1981) and IEC 60708-4(1983) have already been withdrawn because they are not used anymore. Although IEC 60708 addresses low frequency cables, these cables are often used for digital communications up to 2 Mbit/s or 1 MHz. Therefore a Subclause 7.8 has been added, which provides transmission characteristics for the cable when used for digital communication. Furthermore, Annex H of IEC 60708-1(1981) was deleted: The requirements for filling compounds are not needed anymore since they are covered by the cable performance requirements.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
46C/713/FDIS	46C/728/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above Table.

The French version has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be:

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigendum of August 2016 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60708:2005

LOW-FREQUENCY CABLES WITH POLYOLEFIN INSULATION AND MOISTURE BARRIER POLYOLEFIN SHEATH

1 Scope

This standard is intended to define polyolefin-insulated cables for insertion into local outdoor networks.

This standard is applicable to polyolefin insulated and moisture barrier polyolefin sheathed telephone cables, filled or unfilled with copper conductors, and used as:

- a) Cables suitable for installation in ducts.
- b) Cables suitable for direct burial in the ground.
- c) Cables with integral suspension strand for aerial installations.

This standard is in accordance with ITU-T Recommendations.

This standard includes general design details and requirements for dimensions and other constructional details as well as mechanical, electrical and environmental characteristics for all types of low-frequency cables with polyolefin insulation (solid or cellular), filled or unfilled, and moisture barrier polyolefin sheath (with integral suspension strand).

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60028, *International Standard of Resistance for Copper*

IEC 60189-1, *Low-frequency cables and wires with PVC Insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods*

IEC 60304, *Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires*

IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures*

IEC 60811-1-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*

IEC 60811-1-2, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Two: Thermal ageing methods*

IEC 60811-1-3, *Insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: General application – Section 3: Methods for determining the density – Water absorption tests – Shrinkage test*

IEC 60811-1-4, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Four – Test at low temperature*

IEC 60811-4-1, *Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods – Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Resistance to environmental stress cracking – Measurement of the melt flow index – Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion – Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA) – Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope*

IEC 60811-4-2, *Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods – Part 4-2: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Tensile strength and elongation at break after conditioning at elevated temperature – Wrapping test after conditioning at elevated temperature – Wrapping test after thermal ageing in air – Measurement of mass increase – Long-term stability test – Test method for copper-catalyzed oxidative degradation*

IEC 60811-5-1, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 5-1: Methods specific to filling compounds – Drop point – Separation of oil – Lower temperature brittleness – Total acid number – Absence of corrosive components – Permittivity at 23 °C – DC resistivity at 23 °C and 100 °C*

IEC 61156-1, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: Generic specification*

ITU-T L.3, *Armouring of cables*

3 Quality assurance

It is the responsibility of the manufacturer to establish quality assurance by quality control procedures which will ensure that the product will meet the requirements of this standard.

It is not intended that a complete testing programme shall be carried out on every length of conductor and cable. When the purchaser wishes to specify acceptance tests or other quality procedures, it is essential that agreement be reached between the purchaser and the manufacturer by the time of ordering.

4 Cable construction

4.1 Conductor

4.1.1 Conductor material

The conductor shall consist of annealed copper, uniform in quality and free from defects. The properties of the copper shall be in accordance with IEC 60028.

4.1.2 Type of conductor

The conductor shall consist of a single strand circular in section. The nominal diameter shall be at least 0,4 mm.

4.1.3 Conductor-finish

The conductor shall be plain.

4.1.4 Continuity of conductor

Joints in the conductor are permitted provided that the tensile strength of a joint is not less than 90 % of the tensile strength of the jointed conductor.

4.2 Insulation

4.2.1 Insulation material

The conductor shall be covered with solid or cellular polyolefin insulation or any combination thereof.

For cellular insulation, the cells produced by the expanding process shall be uniformly distributed circumferentially and should be substantially non-intercommunicating.

The material for the insulation shall be a virgin thermoplastic compound suitably stabilized. Examples of suitable materials are:

- Polyethylene.
- Polypropylene.

4.2.2 Insulation thickness

The insulation shall be continuous and shall have a thickness such that the completed cable will meet the electrical requirements specified.

4.2.3 Colour of insulated conductor

The insulated conductors shall be coloured. Colours shall be readily identifiable and shall correspond reasonably with the standard colours shown in IEC 60304.

4.3 Cabling element

A cabling element (Figure 1) shall be:

- a pair of two insulated conductors twisted together and designated wire a and b respectively,

or

- a quad of four insulated conductors twisted together and designated wire a, wire c, wire b, and wire d respectively.

The maximum length of lay in the finished cable shall not exceed 150 mm.

NOTE Forming the element with a variable lay can lead to the infrequent but acceptable occurrence of the maximum lay being longer than specified.

4.4 Stranding

The cable elements shall be formed into a number of sub-units or units which can be stranded into a regular make up to produce the required number of pairs.

4.5 Colour code

4.5.1 General

Three different colour schemes for identifying pair or quad counts are defined. One with 10 pair or 5 quad sub-units, one for 25 pair colour groups and a third for 25 quad colour groups.

4.5.2 Sub-units, units and cables up to and including 100 pairs or 100 quads

4.5.2.1 10 pair or 5 quad count

The pairs or quads shall be identified by each insulated conductor having a single colour in accordance with the colour scheme given in Annex A.

Sub-units of 10 pairs or 5 quads shall be identified by coloured bindings of tape or threads according to the colour scheme given in Annex B for assembly into units of 50 pairs (25 quads) or 100 pairs (50 quads).

4.5.2.2 25 pair count

The pairs shall be identified by each insulated conductor having a single colour in accordance with the colour scheme given in Annex C.

Sub-units shall be identified by coloured bindings of tape or threads. Each group of sub-units making up a 25 pair count shall be identified by a common colour of bindings. For 50 and 100 pair cables the colours of the bindings are given in Annex D.

4.5.2.3 25 quad count

The quads shall be identified by each insulated conductor having a single colour in accordance with the colour scheme given in Annex E.

Sub-units shall be identified by coloured bindings of tape or threads. Each group of sub-units making up a 25 quad count shall be identified by a common colour of bindings. For 50 quad (100 pair) and 100 quad (200 pair) cables the colours of the bindings are given in Annex D.

4.5.3 Cables of more than 100 pairs or 100 quads

Cables shall be assembled in concentric layers of units. The units shall be identified by coloured bindings of tape or threads.

4.5.3.1 Marker / reference identification system

In each layer, the marker unit shall be identified by red coloured bindings, the reference unit shall be identified by green coloured bindings and the other units shall be identified by bindings of a contrasting or natural colour.

The marker and reference units shall be adjacent and the counting of units in each layer of the cable shall be in the same direction.

4.5.3.2 Marker identification system

In each layer, the marker unit shall be identified by red coloured bindings and the other units shall be identified by bindings of a contrasting or natural colour.

4.5.3.3 Full colour code system for 25 pair count

Each 25 pair count group shall be identified by bindings coloured in accordance with Annex F.

4.5.3.4 Full colour code system for 10 pair or 5 quad count or 25 quad count

Each group of sub-units making up a 100 pair (50 quad) count group shall be identified by a common colour of bindings in accordance with Annex G.

4.6 Spare pairs or quads

Spare pairs or quads may be provided individually or as a spare pair unit and shall be placed in the interstices of the cable core.

4.7 Filling

For filled cables, the interstices of the cable core shall be filled continuously with a compound suitable to prevent water penetration within the cable.

The filling compound shall be compatible with the other relevant cable elements. The suitability shall be tested by the use of the following test methods:

- the amount of oil separation from the filling compound shall meet the requirements of Clause 5 of IEC 60811-5-1.
- The drop point shall be higher than 70 °C. The determination of the drop point shall be in accordance with Clause 4 of IEC 60811-5-1.
- The filling compound shall be tested for the presence of corrosive components in accordance with Clause 8 of IEC 60811-5-1.

4.8 Core protection

The core of the cable may have a protective layer (e.g. a helical or longitudinal lapping of one or more tapes).

4.9 Sheath

4.9.1 General

A moisture barrier aluminium laminated polyethylene sheath construction is specified for both underground and aerial cables. This type of sheath will also provide screening.

For aerial cables a figure "8" construction is specified.

Circular sheath cables can also be used as aerial cables.

4.9.2 Sheath material

4.9.2.1 Polyethylene

The polyethylene shall have a minimum carbon black content of 2,0 %.

4.9.2.2 Aluminium tape

The aluminium tape shall be coated on at least one side with a polymer film. The aluminium tape without the polymer layer shall have a nominal thickness of at least 0,15 mm.

4.9.3 Application of the sheath

4.9.3.1 Sheath

The aluminium tape shall be applied longitudinally with a minimum overlap of not less than 6 mm or 20 % of the circumference of the core protection, whichever is the smaller.

The polyethylene part of the sheath shall adhere to the polymer coating of the aluminium tape and the sheath shall be applied to fit closely to the protected core of the cable.

4.9.3.2 Sheath with an integral suspension strand

The polyethylene part of the sheath, complying with 4.9.3.1, shall cover the suspension strand and cable core to form a figure "8" construction in which the suspension strand is parallel with but separate from the cable core.

NOTE The web dimensions should be compatible with the clamping hardware.

The minimum tensile strength of strand is specified in Table 1.

Table 1 –Tensile strength of strand

Maximum overall diameter of the sheathed cable core $D_{\max}$ mm	Minimum tensile strength of strand kN
$D_{\max} < 10$	6,0
$10 \leq D_{\max} < 20$	12,5
$20 \leq D_{\max} < 30$	16,0
$30 \leq D_{\max} < 40$	22,5

4.10 Cable protection

According to ITU-T Recommendation L.3, armouring can be applied over the sheath to improve the strength of the cable against mechanical damage, rodents and insect attack and/or to improve the screening efficiency against electromagnetic interference and lightning discharges. The armouring may be made by metallic tape (or tapes) or wires with a protective layer.

4.11 Finished cable

4.11.1 Overall diameter

To obtain nominal values, the user may ask the supplier to quote his values.

The overall diameter of the cable shall be measured in accordance with the method specified in 2.2.2 of IEC 60189-1.

4.11.2 Sheath marking

The sheath may be marked. Common methods of marking are embossing, sintering, imprinting, hot foil and surface printing.

Marking may be provided as a single or double line of marking. A single line of marking shall be provided by marking longitudinally along the length of the cable. A double line of marking shall be provided with the two lines diametrically opposite each other, longitudinally along the length of the cable.

The abrasion resistance of the sheath markings shall be demonstrated in accordance with IEC 60794-1-2, method E2B.

For a double line of marking, the abrasion resistance test needs only be carried out on one line of marking.

4.11.3 Sealing of ends

The ends of the finished cable shall be adequately sealed to prevent the ingress of moisture.

4.12 Delivery

Delivery shall be made on drums with suitable protection.

5 Mechanical requirements

5.1 Conductor

Elongation at break of the bare conductor shall be not less than:

- 10 % for conductor of 0,4 mm diameter;
- 15 % for conductor over 0,4 mm diameter.

Compliance shall be checked by measuring the elongation at break in accordance with the method specified in 3.3 of IEC 60189-1.

5.2 Insulation

The elongation at break shall be measured on tubular samples in accordance with the method specified in 9.1 of IEC 60811-1-1.

The measured values of elongation at break shall be not less than 300 %.

5.3 Sheath

5.3.1 Tensile strength and elongation

Compliance shall be checked on samples of sheath after removing the aluminium tape by measuring the tensile strength and elongation at break in accordance with the method specified in 9.2 of IEC 60811-1-1.

The measured values of tensile strength shall be not less than:

- 10 MPa for low or medium density polyethylene;
- 16,5 MPa for high density polyethylene.

The median of the measured values of elongation at break shall be not less than 300 %.

5.3.2 Adhesion of aluminium tape to the polyethylene

The force required to peel the aluminium tape from the polyethylene shall be not less than 0,8 N per millimetre width when tested as follows:

Rectangular test pieces about 150 mm long and 15 mm wide shall be cut longitudinally from the cable sheath in one operation using a sharp punch. The test piece shall not include the overlap of the aluminium tape.

About 50 mm of the aluminium tape shall be separated from one end of the test piece. The aluminium tape shall be inserted in the upper grip of a suitable tensile testing machine and the separated end of sheath of the test piece in the lower grip.

The grips of the tensile machine shall be separated at a rate of 100 ± 50 mm/min and the average force required to separate the aluminium tape and the polyethylene sheath shall be noted.

The mean of three determinations shall be recorded as the force required to peel the aluminium tape from the cable sheath.

5.3.3 Adhesion of aluminium tape at the overlap

The force required to peel the aluminium tape at the overlap shall be not less than 0,8 N per millimeter.

5.4 Finished cable

5.4.1 Sheath integrity

5.4.1.1 The sheath shall withstand a spark test voltage of at least 8 kV r.m.s. or 12 kV d.c.

5.4.1.2 For unfilled cables, the sheath shall withstand without leakage an internal gas pressure of 50 kPa to 100 kPa for 2 h after equalization of pressure throughout the cable length.

NOTE It is not necessary to carry out this test if the sheath is tested in accordance with 5.4.1.1.

5.4.2 Resistance to water penetration

For filled cables, the interstices of the cable core shall be filled continuously with compound to prevent the water penetration within the cable.

Compliance shall be checked on samples of filled cable according to IEC 60794-1-2, method F5B.

5.4.3 Cable drip

The cable shall pass the compound flow test of IEC 60794-1-2, method E14. The test temperature shall be 70 °C.

6 Thermal stability and environmental requirements

6.1 Insulation

6.1.1 Thermal oxidative stability (OIT-test)

A 30 cm length of cable, with its ends sealed, shall be conditioned in an oven for 14 days at 70 °C. At the end of the conditioning period, one sample of each colour of insulation shall be removed from the cable, any filling compound present removed by wiping with a dry towel, and the measurement of OIT of the insulation carried out at 200 °C in accordance with Annex B of IEC 60811-4-2.

The insulation shall be removed from the conductor prior to testing.

The minimum oxidative induction time of any pair/quad in the finished cable shall not be less than 40 min for solid insulation and 60 min for cellular insulation.

6.1.2 Shrinkage

The shrinkage of the insulation shall be not more than 5 % when measured on a 200 mm long sample (L) in accordance with Clause 10 of IEC 60811-1-3.

The heating time shall be 1 h and the test temperature shall be 115 ± 1 °C.

6.1.3 Wrapping test of insulation after thermal aging

The insulation of filled cables after thermal ageing shall comply with the wrapping test specified in Clause 9 of IEC 60811-4-2.

6.1.4 Bending test at low temperature

The insulation shall comply with the bending test at -40 °C specified in 8.1 of IEC 60811-1-4.

6.2 Sheath

6.2.1 Elongation at break after ageing

The mechanical characteristics of the sheath shall remain sufficiently constant during normal use. This is checked by determining the elongation at break according to 9.2 of IEC 60811-1-1 after an ageing test at 100 ± 2 °C for 10×24 h according to 8.1 of IEC 60811-1-2. The median of the values of elongation at break shall be not less than 300 %.

6.2.2 Resistance to weathering

The polyethylene sheath shall contain $2,5 \pm 0,5$ % carbon black, well dispersed. The carbon black content of the polyethylene sheath shall be measured in accordance with the method specified in Clause 11 of IEC 60811-4-1.

6.2.3 Resistance to environmental stress cracking

The resistance to environmental stress cracking shall comply with the requirements specified in Clause 8 of IEC 60811-4-1. Procedure B shall be applied.

7 Electrical requirements

7.1 General

Values of statistical requirements of the parameters specified below shall relate to a significant distribution of measurements carried out on cable lengths considered for inspection.

7.2 Electrical resistance of conductor

The electrical resistance of the conductor at a temperature of 20 °C shall not exceed the values given in Table 2.

Table 2 – Conductor resistance

Conductor nominal diameter mm	Individual value Ω/km	Average Ω/km
0,4	150	144
0,5	96,0	92,1
0,6	66,6	63,9
0,8	36,8	35,3

The resistance shall be measured in accordance with the method specified in 5.1 of IEC 60189-1.

NOTE The maximum individual values are in accordance with IEC 60344, using k4 value for a cabling lay factor greater than 16. The maximum average values are 96 % of the maximum individual values.

7.3 Electrical resistance unbalance

The electrical resistance unbalance between conductors in the same pair shall not exceed 2 %.

It is defined as:

$$\frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\max} + R_{\min}} \times 100$$

where

$R_{\max}$ = resistance, in ohms, for the conductor with the higher resistance value

$R_{\min}$ = resistance, in ohms, for the conductor with the lower resistance value

The measurement shall be carried out on the finished cable by means of a device capable of measuring to within 0,5 % of the value of the conductor resistance.

7.4 Dielectric strength

The dielectric strength of the insulation shall be checked on the finished cable. The insulation shall withstand the application of a d.c. test voltage. The test voltages for alternative durations are given in Table 3.

Table 3 – Dielectric strength

Type of insulation	Conductor to conductor		Conductor to screen	
	Duration of test		Duration of test	
	3 s	60 s	3 s	60 s
Solid	2 kV	1 kV	6 kV	3 kV
Cellular	1 kV	0,5 kV	2 kV	1 kV

NOTE An a.c. test voltage of $V_{d.c.} / \sqrt{2}$ may be used.

7.5 Insulation resistance

The insulation resistance at a temperature of 20 °C shall be not less than:

- for filled cables 1 500 MΩ·km
- or unfilled cables 5 000 MΩ·km

The insulation resistance shall be measured in accordance with the method specified in 5.3 of IEC 60189-1.

7.6 Mutual capacitance

The mutual capacitance shall not exceed the values given in Table 4.

Table 4 – Mutual capacitance

Capacitance level of cables and number of pairs or quads in cable	Maximum average nF/km	Maximum individual nF/km
High capacitance level:		
1) 20 pairs or 10 quads or more	55	64
2) less than 20 pairs or 10 quads	-	64
Low capacitance level:		
1) 20 pairs or 10 quads or more	42	49
2) less than 20 pairs or 10 quads	-	49

The capacitance shall be measured in accordance with the method specified in 5.4 of IEC 60189- 1.

7.7 Capacitance unbalance

The capacitance unbalance shall not exceed the values given in Table 5 per 500 m length of cable:

Table 5 – Capacitance unbalance

	Individual value pF		95 % values pF	
	0,4, 0,5 and 0,6 mm	0,8 mm	0,4, 0,5 and 0,6 mm	0,8 mm
Pair-to-pair	250	160	150	100
Side-to-side	800	500	500	300
Pair-to-earth		1 700		1 000
Side-to-earth		1 700		1 000

The capacitance unbalance shall be measured in accordance with the method specified in 5.5 of IEC 60189-1. If the tested cable has a length L other than 500 m the measured value shall be corrected as follows:

- for pair-to-pair and side-to-side: the measured value shall be divided by:

$$0,5 \times (L/500 + \sqrt{L/500})$$

- for pair-to-earth and side-to earth- the measured value shall be divided by:

$$L/500$$

In all cases, lengths of less than 100 m shall be considered as equal to 100 m.

When measuring pair-to-earth capacitance unbalance, all pairs except the pair under test shall be connected to the aluminium tape and earth.

When measuring side-to-earth capacitance unbalance, all quads except the quad under test shall be connected to the aluminium tape and earth. The other two wires of the quad shall be connected to the mid-point of the bridge.

7.8 Transmission characteristics (when used for digital communication)

7.8.1 Attenuation

Attenuation values depend on cable design and should be given by the manufacturer.

Measurement method according to IEC 61156-1, 3.3.2.

7.8.2 Near End Crosstalk (NEXT)

NEXT values are given in Table 6.

Measurement method according to IEC 61156-1, 3.3.3.

7.8.3 Equal Level Far-end Crosstalk (ELFEXT)

ELFEXT values are given in Table 6.

Measurement method according to IEC 61156-1, 3.3.5.

7.8.4 Power sum (PS) of crosstalk loss

Power sum values of near-end and equal-level far-end crosstalk loss are given in Table 6.

Measurement method according to IEC 61156-1

Table 6 – Transmission characteristics

Frequency kHz	Minimum NEXT dB	Minimum ELFEXT dB at 1 km	Minimum PS NEXT dB	Minimum PS ELFEXT dB at 1 km
150	52	58	49	54
300	48	52	45	48
1 000	40	42	37	38

7.8.5 Characteristic impedance

The nominal value of characteristic impedance Z_0 of the cable shall be in the range from 80 Ω to 130 Ω at 1 MHz, depending on the design. The maximum deviation from the nominal characteristic impedance shall be within $\pm 15\%$.

Measurement method according to IEC 61156-1, 3.3.6.

7.8.6 Velocity of propagation

The velocity of propagation shall be $>60\%$ at 1 MHz.

Measurement method according to IEC 61156-1, 3.3.1.

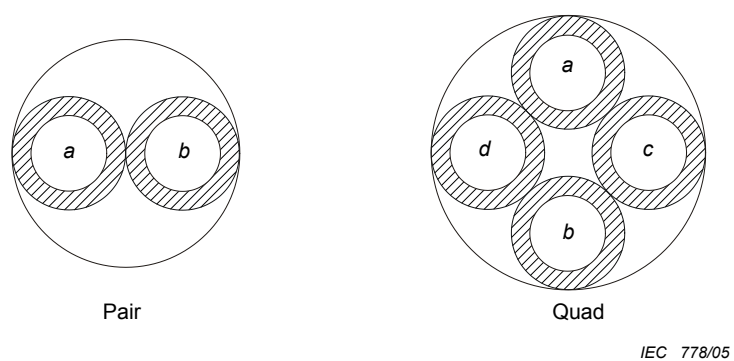


Figure 1 – Cabling elements

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60708:2005

Annex A

(normative)

Colour code: 10 pair or 5 quad count

See Tables A.1 and A.2.

Table A.1 – 10 pair count

Cable element	Colour of insulation a-wire	b-wire
1	white	blue
2	"	orange
3	"	green
4	"	brown
5	"	grey
6	red	blue
7	"	orange
8	"	green
9	"	brown
10	"	grey

Table A.2 – 5 quad count

Cable element	Colour of insulation			
	a-wire	b-wire	c-wire	d-wire
1	White	Blue	Turquoise	Violet
2	"	Orange	"	"
3	"	Green	"	"
4	"	Brown	"	"
5	"	grey	"	"

Annex B (normative)

Colour code: sub-unit identification for 50 pair (25 quad) and 100 pair (50 quad) cables or units, using 10 pair or 5 quad count

B.1 Full colour code system

See Table B.1.

Table B.1 – Full colour code system

Sub-unit number	Colour of bindings
1	Blue
2	Orange
3	Green
4	Brown
5	grey
6	White
7	Red
8	Black
9	Yellow
10	violet

B.2 Marker/reference identification system

In each layer, the marker sub-unit shall be identified by red coloured bindings, the reference sub-unit shall be identified by green coloured bindings and the other sub-units shall be identified by bindings of a contrasting or natural colour.

The marker and reference sub-units shall be adjacent and the counting of sub-units in each layer of the cable shall be in the same direction.

B.3 Marker/identification system

In each layer, the marker sub-unit shall be identified by red coloured bindings and the other sub-units shall be identified by bindings of a contrasting or natural colour.

Annex C

(normative)

Colour code: 25 pair count

See Table C.1.

Table C.1 – Colour of insulation

Pair	a-wire	b-wire
1	White	Blue
2	"	Orange
3	"	Green
4	"	Brown
5	"	Grey
6	red	Blue
7	"	Orange
8	"	Green
9	"	Brown
10	"	Grey
11	black	Blue
12	"	Orange
13	"	Green
14	"	Brown
15	"	Grey
16	yellow	Blue
17	"	Orange
18	"	Green
19	"	Brown
20	"	Grey
21	violet	Blue
22	"	Orange
23	"	Green
24	"	Brown
25	"	Grey

Annex D
(normative)

**Colour code: unit identification for 50 pair or quad and 100 pair
or quad cables or units, using 25 pair or quad count**

See Table D.1.

Table D.1 – Colour of insulation

25 pair or quad count group number	1	2	3	4
Colour of bindings	Blue	orange	green	brown
NOTE 1 White may be included with each of the four colours.				
NOTE 2 Multiple units of 50 or 100 pairs or quads may be used.				

Annex E (normative)

Colour code: 25 quad count

See Table E.1.

Table E.1 – Colour of insulation

Quad	a-wire	b-wire	c-wire	d-wire
1	White	Blue	Turquoise	Violet
2	"	Orange	"	"
3	"	Green	"	"
4	"	Brown	"	"
5	"	Grey	"	"
6	red	Blue	turquoise	violet
7	"	Orange	"	"
8	"	Green	"	"
9	"	Brown	"	"
10	"	Grey	"	"
11	black	Blue	turquoise	violet
12	"	Orange	"	"
13	"	Green	"	"
14	"	Brown	"	"
15	"	Grey	"	"
16	yellow	Blue	turquoise	violet
17	"	Orange	"	"
18	"	Green	"	"
19	"	Brown	"	"
20	"	Grey	"	"
21	pink	Blue	turquoise	violet
22	"	Orange	"	"
23	"	Green	"	"
24	"	Brown	"	"
25	"	Grey	"	"

Annex F (normative)

Colour code: unit identification for cables with more than 100 pairs, 25 pair count

See Table F.1.

Table F.1 – Colour of bindings

25 pair count group number	Colour of bindings
1	White – blue
2	White – orange
3	White – green
4	White – brown
5	White – grey
6	Red – blue
7	Red – orange
8	Red – green
9	Red – brown
10	Red – grey
11	Black – blue
12	Black – orange
13	Black – green
14	Black – brown
15	Black – grey
16	Yellow – blue
17	Yellow – orange
18	Yellow – green
19	Yellow – brown
20	Yellow – grey
21	Violet – blue
22	Violet – orange
23	Violet – green
24	Violet – brown
25	Violet – grey

NOTE Multiple units of 50 or 100 pairs may be used.

For cables of more than 600 pairs, the binding over each multiple unit shall be coloured as given in Table F.2.

Table F.2 – Colour of bindings of multiple units

Multiple units of	Colour
First 24 groups	White
Second 24 groups	Red
Third 24 groups	Black
Fourth 24 groups	Yellow

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60708:2005

Annex G

(normative)

Colour code: unit identification for cables with more than 100 pairs or 50 quads, using 10 pair or 5 quad count or 25 quad count

See Table G.1.

Table G.1 – Colour of bindings

100 pair (50 quad) count group number	Colour of bindings
1	Blue
2	Orange
3	Green
4	Brown
5	Grey
6	White
7	Red
8	Black
9	Yellow
10	Violet
11	White – blue
12	White – orange
13	White – green
14	White – brown
15	White – grey
16	Red – blue
17	Red – orange
18	Red – green
19	Red – brown
20	Red – grey

—

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60708:2005

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Assurance de la qualité	33
4 Construction de câble	33
4.1 Conducteur	33
4.1.1 Matériaux conducteurs	33
4.1.2 Type de conducteur	33
4.1.3 Finition du conducteur	34
4.1.4 Continuité du conducteur	34
4.2 Enveloppe isolante	34
4.2.1 Matériau d'enveloppe isolante	34
4.2.2 Epaisseur de l'enveloppe isolante	34
4.2.3 Couleur des conducteurs isolés	34
4.3 Élément de câblage	34
4.4 Toronnage	34
4.5 Code de couleurs	35
4.5.1 Généralités	35
4.5.2 Sous-faisceaux, faisceaux et câbles jusqu'à 100 paires ou 100 quartes	35
4.5.3 Câbles de plus de 100 paires ou 100 quartes	35
4.6 Paires ou quartes de réserve	36
4.7 Remplissage	36
4.8 Protection de l'âme	36
4.9 Gaine	36
4.9.1 Généralités	36
4.9.2 Matériau de gaine	36
4.9.3 Application de la gaine	37
4.10 Protection de câble	37
4.11 Câble terminé	37
4.11.1 Diamètre total	37
4.11.2 Marquage de la gaine	38
4.11.3 Étanchéité des extrémités	38
4.12 Livraison	38
5 Exigences mécaniques	38
5.1 Conducteur	38
5.2 Enveloppe isolante	38
5.3 Gaine	38
5.3.1 Résistance à la traction et allongement	38
5.3.2 Adhérence de la bande d'aluminium sur le polyéthylène	39
5.3.3 Adhérence de la bande d'aluminium au niveau du chevauchement	39
5.4 Câble terminé	39
5.4.1 Intégrité de la gaine	39
5.4.2 Résistance à la pénétration de l'eau	39
5.4.3 Egouttement de câble	39
6 Stabilité thermique et exigences environnementales	40
6.1 Enveloppe isolante	40

6.1.1	Stabilité thermique à l'oxydation (essai OIT: Oxidation Induction Temperature).....	40
6.1.2	Rétractation.....	40
6.1.3	Essai d'enroulement de l'enveloppe isolante après vieillissement thermique	40
6.1.4	Essai de courbure à basse température.....	40
6.2	Gaine	40
6.2.1	Allongement à la rupture après vieillissement	40
6.2.2	Résistance aux intempéries.....	40
6.2.3	Résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement	40
7	Exigences électriques.....	41
7.1	Généralités.....	41
7.2	Résistance électrique du conducteur	41
7.3	Dissymétrie de résistance électrique	41
7.4	Rigidité diélectrique.....	41
7.5	Résistance d'isolement.....	42
7.6	Capacité mutuelle	42
7.7	Dissymétrie de capacité	42
7.8	Caractéristiques de transmission (dans le cas des communications numériques)	43
7.8.1	Affaiblissement.....	43
7.8.2	Paradiaphonie (NEXT).....	43
7.8.3	Télédiaphonie de niveau égal (ELFEXT).....	43
7.8.4	Puissance cumulée (PS: Power Sum) des pertes par diaphonie	43
7.8.5	Impédance caractéristique.....	44
7.8.6	Vitesse de propagation	44
Annexe A (normative)	Code de couleurs: comptage à 10 paires ou 5 quartes	45
Annexe B (normative)	Code de couleurs: identification du sous-faisceau pour les câbles ou les faisceaux de 50 paires (25 quartes) et 100 paires (50 quartes), utilisant le comptage à 10 paires ou 5 quartes	46
Annexe C (normative)	Code de couleurs: comptage à 25 paires	47
Annexe D (normative)	Code de couleurs: identification du faisceau pour les câbles ou les faisceaux de 50 paires ou quartes et 100 paires ou quartes, utilisant le comptage à 25 paires ou quartes.....	48
Annexe E (normative)	Code de couleurs: comptage à 25 quartes.....	49
Annexe F (normative)	Code de couleurs: identification du faisceau pour les câbles de plus de 100 paires, comptage à 25 paires.....	50
Annexe G (normative)	Code de couleurs: identification du faisceau pour les câbles de plus de 100 paires ou 50 quartes, utilisant le comptage à 10 paires ou 5 quartes ou 25 quartes	52

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CABLES POUR BASSES FREQUENCES A ISOLATION POLYOLEFINE ET GAINÉ POLYOLEFINE A BARRIÈRE D'ÉTANCHEITÉ

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale IEC 60708 a été établie par le sous-comité 46C: Câbles symétriques et fils, du comité d'études 46 de l'IEC: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

L'IEC 60708 annule et remplace l'IEC 60708-1 publiée en 1981, ainsi que son amendement 3 (1988). Cette édition constitue une révision technique.

La structure et le contenu technique de l'IEC 60708 ont été entièrement révisés. L'IEC 60708 constitue maintenant une seule norme portant sur les détails de conception générale et les exigences. Les normes IEC 60708-2(1981), IEC 60708-3(1981) et IEC 60708-4(1983) ont été retirées parce qu'elles ne sont plus utilisées. Bien que l'IEC 60708 couvre les câbles pour basses fréquences, ces câbles sont souvent utilisés pour les communications numériques jusqu'à 2 Mbit/s ou 1 MHz. C'est pourquoi, un Paragraphe 7.8 a été ajouté. Il présente des caractéristiques de transmission pour le câble utilisé pour les communications numériques. En outre, l'Annexe H de l'IEC 60708-1(1981) a été supprimée. Les exigences sur les matériaux de remplissage ne sont plus nécessaires puisqu'elles sont couvertes par les exigences sur les performances de câbles.

La présente version bilingue (2014-04) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2005-06.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 46C/713/FDIS et 46C/728/RVD.

Le rapport de vote 46C/728/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de l'IEC sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Les travaux d'élaboration de la présente norme ont été conduits sur la base de projets rédigés en anglais. Dans le cas d'une incompréhension possible de la version française, il convient de se reporter à la version anglaise.

Le contenu du corrigendum d'août 2016 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60708:2005

CABLES POUR BASSES FREQUENCES A ISOLATION POLYOLEFINE ET GAINÉ POLYOLEFINE A BARRIERE D'ETANCHEITE

1 Domaine d'application

La présente norme est destinée à définir des câbles à isolation polyoléfine prévus pour être insérés dans des réseaux locaux en extérieur.

La présente norme s'applique aux câbles téléphoniques à isolation polyoléfine et à gaine polyoléfine à barrière d'étanchéité, remplis ou non avec des conducteurs en cuivre, utilisés comme:

- a) câbles pour installation en conduites.
- b) câbles pour enterrement direct en pleine terre.
- c) câbles avec brin de support intégré pour les installations aériennes.

La présente norme est conforme aux Recommandations UIT-T.

La présente norme inclut des détails de conception générale et des exigences sur les dimensions et autres détails de construction ainsi que des caractéristiques mécaniques, électriques et environnementales pour tous les types de câbles pour basses fréquences à isolation polyoléfine (massive ou cellulaire), remplis ou non et à gaine polyoléfine à barrière d'étanchéité (avec brin de support intégré).

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60028, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

IEC 60189-1, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath - Part 1: General test and measuring methods* (disponible en anglais seulement)

IEC 60304, *Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences*

IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables - Part 1-2: Generic specification - Cross reference table for optical cable test procedures* (disponible en anglais seulement)

IEC 60811-1-1, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et des câbles optiques – Partie 1-1: Méthodes d'application générale – Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

IEC 60811-1-2, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Première partie: Méthodes d'application générale – Section deux: Méthodes de vieillissement thermique*

IEC 60811-1-3, *Méthodes d'essais communes pour matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Partie 1-3: Application générale – Méthodes de détermination de la masse volumique – Essais d'absorption d'eau – Essai de rétraction*

IEC 60811-1-4, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Première Partie: Méthodes d'application générale – Section quatre – Essais à basse température*

IEC 60811-4-1, *Matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Méthodes d'essais communes – Partie 4-1: Méthodes spécifiques pour les mélanges polyéthylène et polypropylène – Résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement – Mesure de l'indice de fluidité à chaud – Mesure dans le polyéthylène du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales par méthode de combustion directe – Mesure du taux de noir de carbone par analyse thermogravimétrique – Evaluation de la dispersion du noir de carbone dans le polyéthylène au moyen d'un microscope*

IEC 60811-4-2, *Matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et optiques – Méthodes d'essai communes – Partie 4-2: Méthodes spécifiques pour les mélanges polyéthylène et polypropylène – Résistance à la traction et allongement à la rupture après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement après conditionnement à température élevée – Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air – Mesure de l'augmentation de masse – Essai de stabilité à long terme – Méthode d'essai pour l'oxydation catalytique par le cuivre*

IEC 60811-5-1, *Matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Méthodes d'essais communes – Partie 5-1: Méthodes spécifiques pour les matières de remplissage. Point de goutte – Séparation d'huile – Fragilité à basse température – Indice d'acide total – Absence de composés corrosifs – Permittivité à 23 °C – Résistivité en courant continu à 23 °C et 100 °C*

IEC 61156-1, *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques – Partie 1: Spécification générique*

UIT-T L.3, *Armure des câbles*

3 Assurance de la qualité

Il est de la responsabilité du fabricant d'établir une assurance de la qualité par des procédures de contrôle de la qualité qui garantissent que le produit satisfera aux exigences de la présente norme.

Un programme d'essai complet ne doit pas nécessairement être réalisé sur chaque longueur de conducteur et de câble. Si le client souhaite spécifier des essais de réception ou d'autres procédures de qualité, il est essentiel qu'ils fassent l'objet d'un accord entre le client et le fabricant au moment de la commande.

4 Construction de câble

4.1 Conducteur

4.1.1 Matériaux conducteurs

Le conducteur doit être en cuivre recuit, de qualité uniforme et exempt de défauts. Les propriétés de ce cuivre doivent être conformes à l'IEC 60028.

4.1.2 Type de conducteur

Le conducteur doit être constitué d'un seul brin de section circulaire. Le diamètre nominal doit être d'au moins 0,4 mm.

4.1.3 Finition du conducteur

Le conducteur doit être nu.

4.1.4 Continuité du conducteur

Des jonctions sont permises dans le conducteur à condition que la résistance à la traction d'une jonction ne soit pas inférieure à 90 % de la résistance à la traction du conducteur sans jonction.

4.2 Enveloppe isolante

4.2.1 Matériau d'enveloppe isolante

Le conducteur doit être recouvert d'une enveloppe isolante en polyoléfine massive ou cellulaire ou toute combinaison des deux.

Pour l'enveloppe isolante cellulaire, les cellules produites par le processus d'expansion doivent être distribuées uniformément sur la circonférence et il convient qu'elles ne communiquent pas entre elles.

Le matériau de l'enveloppe isolante doit être un matériau thermoplastique vierge correctement stabilisé. Exemples de matériaux appropriés:

- Polyéthylène
- Polypropylène

4.2.2 Epaisseur de l'enveloppe isolante

L'enveloppe isolante doit être continue et doit avoir une épaisseur telle que le câble complet satisfasse aux exigences électriques spécifiées.

4.2.3 Couleur des conducteurs isolés

Les conducteurs isolés doivent être colorés. Les couleurs doivent être facilement identifiables et doivent correspondre aux couleurs normalisées de l'IEC 60304.

4.3 Élément de câblage

Un élément de câblage (Figure 1) doit être:

- une paire de deux conducteurs isolés torsadés ensemble et désignés respectivement comme fil "a" et fil "b",

ou

- une quarte de quatre conducteurs isolés torsadés ensemble et désignés respectivement comme fil "a", fil "c", fil "b" et fil "d", respectivement.

Le pas maximal de câblage du câble terminé ne doit pas dépasser 150 mm.

NOTE La formation de l'élément avec un pas variable peut conduire à l'apparition peu fréquente mais acceptable d'un pas maximal dépassant la valeur spécifiée.

4.4 Toronnage

Les éléments de câble doivent être formés en un certain nombre de sous-faisceaux ou de faisceaux qui peuvent être toronnés régulièrement pour former le nombre requis de paires.

4.5 Code de couleurs

4.5.1 Généralités

On définit trois systèmes de couleurs différents pour identifier les comptages de paires ou de quartes. Un premier système avec des sous-faisceaux de 10 paires ou 5 quartes, un deuxième système pour des groupes de couleurs de 25 paires et un troisième système pour des groupes de couleurs de 25 quartes.

4.5.2 Sous-faisceaux, faisceaux et câbles jusqu'à 100 paires ou 100 quartes

4.5.2.1 Comptage à 10 paires ou 5 quartes

Les paires ou les quartes doivent être identifiées par chaque conducteur isolé ayant une couleur unique conformément au système de couleurs présenté à l'Annexe A.

Les sous-faisceaux de 10 paires ou 5 quartes doivent être identifiés par un ruban ou des filins de couleur conformément au système de couleurs présenté à l'Annexe B pour un assemblage en faisceaux de 50 paires (25 quartes) ou de 100 paires (50 quartes).

4.5.2.2 Comptage à 25 paires

Les paires doivent être identifiées par chaque conducteur isolé ayant une couleur unique conformément au système de couleurs présenté à l'Annexe C.

Les sous-faisceaux doivent être identifiés par un ruban ou des filins de couleur. Chaque groupe de sous-faisceaux formant un comptage à 25 paires doit être identifié par un ruban ou des filins de même couleur. Pour les câbles de 50 et 100 paires, les couleurs des filins sont présentées à l'Annexe D.

4.5.2.3 Comptage à 25 quartes

Les quartes doivent être identifiées par chaque conducteur isolé ayant une couleur unique conformément au système de couleurs présenté à l'Annexe E.

Les sous-faisceaux doivent être identifiés par un ruban ou des filins de couleur. Chaque groupe de sous-faisceaux formant un comptage à 25 quartes doit être identifié par un ruban ou des filins d'une même couleur. Pour les câbles de 50 quartes (100 paires) et 100 quartes (200 paires), les couleurs d'un ruban ou des filins sont présentées à l'Annexe D.

4.5.3 Câbles de plus de 100 paires ou 100 quartes

Les câbles doivent être assemblés en couches concentriques de faisceaux. Les faisceaux doivent être identifiés par un ruban ou des filins de couleur.

4.5.3.1 Système d'identification de marqueur / de référence

Dans chaque couche, le faisceau de marqueur doit être identifié par un ruban ou des filins de couleur rouge, le faisceau de référence doit être identifié par un ruban ou des filins de couleur verte et les autres faisceaux doivent être identifiés par un ruban ou des filins de couleurs contrastantes ou naturelles.

Les faisceaux de marqueur et de référence doivent être adjacents et le comptage des faisceaux dans chaque couche du câble doit se faire dans la même direction.

4.5.3.2 Système d'identification de marqueur

Dans chaque couche, le faisceau de marqueur doit être identifié par un ruban ou des filins de couleur rouge et les autres faisceaux doivent être identifiés par un ruban ou des filins de couleurs contrastantes ou naturelles.

4.5.3.3 Système de code de couleurs complet pour comptage à 25 paires

Chaque groupe de comptage à 25 paires doit être identifié par un ruban ou des filins de couleur conformément à l'Annexe F.

4.5.3.4 Système de code de couleurs complet pour un comptage à 10 paires ou un comptage à 5 quartes ou un comptage à 25 quartes

Chaque groupe de sous-faisceaux formant un groupe de comptage à 100 paires (50 quartes) doit être identifié par un ruban ou des filins de même couleur conformément à l'Annexe G.

4.6 Paires ou quartes de réserve

Des paires ou des quartes de rechange peuvent être prévues individuellement ou sous la forme d'un faisceau de paires de rechange et elles doivent être placées dans les interstices de l'âme du câble.

4.7 Remplissage

Pour les câbles remplis, les interstices de l'âme du câble doivent être remplis de manière continue avec un matériau adapté pour empêcher la pénétration d'eau à l'intérieur du câble.

Le matériau de remplissage doit être compatible avec les autres éléments de câble concernés. La compatibilité doit être soumise aux essais en utilisant une des méthodes d'essai suivantes:

- la quantité de séparation d'huile d'avec le matériau de remplissage doit être conforme aux exigences de l'Article 5 de l'IEC 60811-5-1.
- le point de goutte doit être supérieur à 70 °C. La détermination du point de goutte doit être conforme à l'Article 4 de l'IEC 60811-5-1.
- le matériau de remplissage doit être soumis aux essais pour détecter la présence de matières corrosives conformément à l'Article 8 de l'IEC 60811-5-1.

4.8 Protection de l'âme

L'âme du câble peut comporter une couche de protection (par exemple un enroulement hélicoïdal ou longitudinal d'un ou plusieurs rubans).

4.9 Gaine

4.9.1 Généralités

Une construction de gaine de polyéthylène revêtu d'aluminium stratifié à barrière d'étanchéité est spécifiée pour les câbles aériens et souterrains. Ce type de gaine servira également d'écran.

Pour les câbles aériens, une construction en "8" est spécifiée.

Les câbles à gaine circulaire peuvent également être utilisés comme câbles aériens.

4.9.2 Matériau de gaine

4.9.2.1 Polyéthylène

Le polyéthylène doit avoir une teneur minimale en noir de carbone de 2,0 %.

4.9.2.2 Bande d'aluminium

La bande d'aluminium doit être recouverte d'un film polymère sur au moins un côté. La bande d'aluminium sans la couche de polymère doit avoir une épaisseur nominale d'au moins 0,15 mm.

4.9.3 Application de la gaine

4.9.3.1 Gaine

La bande d'aluminium doit être appliquée dans le sens de la longueur, avec un chevauchement minimum d'au moins 6 mm ou 20 % de la circonférence de la protection de l'âme, la plus petite des deux valeurs.

La partie en polyéthylène de la gaine doit adhérer au revêtement polymère de la bande d'aluminium et la gaine doit être appliquée de façon à adhérer étroitement à l'âme du câble.

4.9.3.2 Gaine avec brin de support intégré

La partie en polyéthylène de la gaine, conforme à 4.9.3.1, doit couvrir le brin de support et l'âme du câble pour former un "8" dans lequel le brin de support est parallèle mais séparé de l'âme de câble.

NOTE Il convient que les dimensions du maillage soient compatibles avec le dispositif de serrage.

La résistance minimale à la traction des brins est spécifiée dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Résistance à la traction d'un brin

Diamètre total maximal de l'âme de câble gainé $D_{\max}$ mm	Résistance minimale à la traction du brin kN
$D_{\max} < 10$	6,0
$10 \leq D_{\max} < 20$	12,5
$20 \leq D_{\max} < 30$	16,0
$30 \leq D_{\max} < 40$	22,5

4.10 Protection de câble

Conformément à la Recommandation UIT-T L.3, l'armature peut être appliquée sur la gaine pour améliorer la résistance du câble contre des dommages mécaniques, les rongeurs et les insectes et/ou pour améliorer l'efficacité d'écran contre les perturbations électromagnétiques et contre la foudre. L'armature peut être constituée d'une ou de plusieurs bandes métalliques ou de fils avec une couche protectrice.

4.11 Câble terminé

4.11.1.1 Diamètre total

Pour obtenir les valeurs nominales, l'utilisateur peut demander au fournisseur d'indiquer ses valeurs.

Le diamètre total du câble doit être mesuré conformément à la méthode spécifiée en 2.2.2 de l'IEC 60189-1.

4.11.2 Marquage de la gaine

La gaine peut être marquée. Les méthodes communes de marquage sont l'impression en relief, l'impression en creux, le frittage, l'impression par film chaud et le gaufrage.

Le marquage peut être réalisé par une ligne simple ou double. Une ligne de marquage simple doit être réalisée par une ligne marquée sur la longueur du câble. Une ligne de marquage double doit être réalisée par deux lignes diamétralement opposées marquées sur la longueur du câble.

La résistance à l'abrasion des marquages de gaines doit être démontrée conformément à la méthode E2B de l'IEC 60794-1-2.

Pour une double ligne de marquage, l'essai de résistance à l'abrasion doit être effectué sur une seule ligne de marquage.

4.11.3 Etanchéité des extrémités

Les extrémités du câble terminé doivent être obturées pour empêcher la pénétration de l'humidité.

4.12 Livraison

La livraison doit se faire sur des tambours avec une protection appropriée.

5 Exigences mécaniques

5.1 Conducteur

L'allongement à la rupture du conducteur nu ne doit pas être inférieur à:

- 10 % pour un conducteur de 4,0 mm de diamètre;
- 15 % pour un conducteur de diamètre supérieur à 4,0 mm.

La conformité doit être vérifiée en mesurant l'allongement à la rupture conformément à la méthode spécifiée en 3.3 de l'IEC 60189-1.

5.2 Enveloppe isolante

L'allongement à la rupture doit être mesuré sur des échantillons tubulaires conformément à la méthode spécifiée en 9.1 de l'IEC 60811-1.

Les valeurs d'allongement à la rupture mesurées ne doivent pas être inférieures à 300 %.

5.3 Gaine

5.3.1 Résistance à la traction et allongement

La conformité doit être vérifiée sur des échantillons de gaine après avoir retiré la bande d'aluminium en mesurant la résistance à la traction et l'allongement à la rupture conformément à la méthode spécifiée en 9.2 de l'IEC 60811-1.

Les valeurs de résistance à la traction mesurées ne doivent pas être inférieures à:

- 10 MPa pour du polyéthylène de densité basse ou moyenne;
- 16,5 MPa pour du polyéthylène de forte densité.

La médiane des valeurs d'allongement à la rupture mesurées ne doit pas être inférieure à 300 %.

5.3.2 Adhérence de la bande d'aluminium sur le polyéthylène

La force nécessaire pour arracher la bande d'aluminium du polyéthylène ne doit pas être inférieure à 0,8 N par millimètre de large lorsqu'elle est soumise à l'essai suivant:

Des éprouvettes d'essai rectangulaires d'environ 150 mm de long et 150 mm de large doivent être coupées d'un seul coup dans le sens de la longueur dans la gaine du câble à l'aide d'un poinçon tranchant. L'éprouvette d'essai ne doit pas inclure de chevauchement de la bande d'aluminium.

Une longueur d'environ 50 mm de la bande d'aluminium doit être séparée d'une extrémité de l'éprouvette d'essai. La bande d'aluminium doit être insérée dans la pince supérieure d'une machine d'essai de traction appropriée et l'extrémité séparée de la gaine de l'éprouvette d'essai dans la pince inférieure.

Les pinces de la machine de traction doivent s'éloigner à une vitesse 100 ± 50 mm/min et la force moyenne nécessaire pour séparer la bande d'aluminium et la gaine de polyéthylène doit être notée.

La moyenne des trois déterminations doit être enregistrée comme la force nécessaire pour arracher la bande d'aluminium de la gaine de câble.

5.3.3 Adhérence de la bande d'aluminium au niveau du chevauchement

La force nécessaire pour arracher la bande d'aluminium au niveau du chevauchement ne doit pas être inférieure à 0,8 N par millimètre

5.4 Câble terminé

5.4.1 Intégrité de la gaine

5.4.1.1 La gaine doit supporter une tension d'essai d'amorçage d'au moins 8 kV eff. ou 12 kV c.c.

5.4.1.2 Pour les câbles non remplis, la gaine doit supporter sans fuite une pression de gaz interne de 50 kPa à 100 kPa pendant 2 h après l'égalisation de la pression sur toute la longueur du câble.

NOTE Il n'est pas nécessaire d'effectuer cet essai si la gaine est soumise à un essai selon 5.4.1.1.

5.4.2 Résistance à la pénétration de l'eau

Pour les câbles remplis, les interstices de l'âme du câble doivent être remplis de manière continue avec un matériau pour empêcher la pénétration d'eau à l'intérieur du câble.

La conformité doit être vérifiée sur des échantillons de câble remplis conformément à l'IEC 60794-1-2, méthode F5B.

5.4.3 Egouttement de câble

Le câble doit être soumis à l'essai d'écoulement des matériaux de l'IEC 60794-1-2, Méthode E14. La température d'essai doit être 70 °C.

6 Stabilité thermique et exigences environnementales

6.1 Enveloppe isolante

6.1.1 Stabilité thermique à l'oxydation (essai OIT: Oxidation Induction Temperature)

Une longueur de 30 cm de câble, dont les extrémités sont obturées, doit être conditionnée dans une étuve pendant 14 jours à 70 °C. A la fin de la période de conditionnement, un échantillon de chaque couleur d'enveloppe isolante doit être retirée du câble, tout matériau de remplissage présent doit être enlevé par essuyage avec un chiffon sec et la mesure du temps d'induction à l'oxydation (OIT) de l'enveloppe isolante doit être effectuée à 200 °C conformément à l'Annexe B de l'IEC 60811-4-2.

L'enveloppe isolante doit être retirée du conducteur avant de faire l'essai.

Le temps d'induction à l'oxydation minimal de n'importe quelle paire/quarte dans le câble terminé ne doit pas être inférieur à 40 min pour une enveloppe isolante massive et 60 min pour une enveloppe isolante cellulaire.

6.1.2 Rétractation

La rétractation de l'enveloppe isolante, mesurée sur un échantillon de 200 mm de long (L), ne doit pas être supérieure à 5 % conformément à l'Article 10 de l'IEC 60811-1-3.

Le temps de chauffage doit être de 1 h et la température d'essai doit être de 115 ± 1 °C.

6.1.3 Essai d'enroulement de l'enveloppe isolante après vieillissement thermique

L'enveloppe isolante des câbles remplis après un vieillissement thermique doit être conforme à l'essai d'enroulement spécifié à l'Article 9 de l'IEC 60811-4-2.

6.1.4 Essai de courbure à basse température

L'enveloppe isolante doit être conforme à l'essai de courbure à -40 °C spécifié en 8.1 de l'IEC 60811-1-4.

6.2 Gaine

6.2.1 Allongement à la rupture après vieillissement

Les caractéristiques mécaniques de la gaine doivent rester suffisamment constantes pendant une utilisation normale. On vérifie ceci en déterminant l'allongement à la rupture selon 9.2 de l'IEC 60811-1-1 après un essai de vieillissement à 100 ± 2 °C pendant 10×24 h selon 8.1 de l'IEC 60811-1-2. La médiane des valeurs d'allongement à la rupture mesurées ne doivent pas être inférieures à 300 %.

6.2.2 Résistance aux intempéries

La gaine de polyéthylène doit contenir $2,5 \pm 0,5$ % de noir de carbone bien réparti. La teneur en noir de carbone de la gaine de polyéthylène doit être mesurée conformément à la méthode spécifiée à l'Article 11 de l'IEC 60811-4-1.

6.2.3 Résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement

La résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement doit être conforme aux exigences spécifiées à l'Article 8 de l'IEC 60811-4-1. La procédure B doit être appliquée.

7 Exigences électriques

7.1 Généralités

Les valeurs des exigences statistiques des paramètres spécifiés ci-dessous doivent se rapporter à une distribution significative des mesures effectuées sur des longueurs de câble considérées pour l'inspection.

7.2 Résistance électrique du conducteur

La résistance électrique du conducteur à une température de 20 °C ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Résistance du conducteur

Diamètre nominal du conducteur mm	Valeur individuelle Ω/km	Moyenne Ω/km
0,4	150	144
0,5	96,0	92,1
0,6	66,6	63,9
0,8	36,8	35,3

La résistance doit être mesurée conformément à la méthode spécifiée en 5.1 de l'IEC 60189-1.

NOTE Les valeurs maximales individuelles sont conformes à l'IEC 60344, en utilisant la valeur k4 pour un facteur de pas de câblage supérieur à 16. Les valeurs moyennes maximales sont 96 % des valeurs maximales individuelles.

7.3 Dissymétrie de résistance électrique

La dissymétrie de résistance électrique entre des conducteurs dans la même paire ne doit pas dépasser 2 %.

Elle est définie par:

$$\frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\max} + R_{\min}} \times 100$$

où

$R_{\max}$ est la résistance, en ohms, pour le conducteur ayant la valeur de résistance la plus élevée

$R_{\min}$ est la résistance, en ohms, pour le conducteur ayant la valeur de résistance la plus faible

La mesure doit être effectuée sur le câble terminé à l'aide d'un dispositif capable de mesurer avec une précision de 0,5 % par rapport à la valeur de la résistance du conducteur.

7.4 Rigidité diélectrique

La rigidité diélectrique de l'enveloppe isolante doit être vérifiée sur le câble terminé. L'enveloppe isolante doit supporter l'application d'une tension continue d'essai. Les tensions d'essai pour d'autres durées sont données dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Rigidité diélectrique

Type d'isolement	Conducteur à conducteur		Conducteur à écran	
	Durée de l'essai		Durée de l'essai	
	3 s	60 s	3 s	60 s
Massif	2 kV	1 kV	6 kV	3 kV
Cellulaire	1 kV	0,5 kV	2 kV	1 kV

NOTE Une tension alternative d'essai de $V_{c.c.}/\sqrt{2}$ peut être utilisée.

7.5 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement à une température de 20 °C ne doit pas être inférieure à :

- pour les câbles remplis 1 500 MΩ·km
- for les câbles non remplis 5 000 MΩ·km

La résistance d'isolement doit être mesurée conformément à la méthode spécifiée en 5.3 de l'IEC 60189-1.

7.6 Capacité mutuelle

La capacité mutuelle ne doit pas dépasser pas les valeurs indiquées dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Capacité mutuelle

Niveau de capacité des câbles et nombre de paires ou de quarts dans un câble	Valeur moyenne maximale nF/km	Valeur individuelle maximale nF/km
Haut niveau de capacité:		
1) 20 paires ou 10 quarts ou plus	55	64
2) moins de 20 paires ou 10 quarts	-	64
Bas niveau de capacité:		
1) 20 paires ou 10 quarts ou plus	42	49
2) moins de 20 paires ou 10 quarts	-	49

La capacité doit être mesurée conformément à la méthode spécifiée en 5.4 de l'IEC 60189-1.

7.7 Dissymétrie de capacité

La dissymétrie de capacité ne doit pas dépasser pas les valeurs indiquées dans le Tableau 5 pour une longueur de câble de 500 m.

Tableau 5 – Dissymétrie de capacité

	Valeur individuelle pF		Valeurs à 95 % pF	
	0,4, 0,5 et 0,6 mm	0,8 mm	0,4, 0,5 et 0,6 mm	0,8 mm
Paire à paire	250	160	150	100
Réel à réel	800	500	500	300
Paire à terre		1 700		1 000
Réel à terre		1 700		1 000

La dissymétrie de capacité doit être mesurée conformément à la méthode spécifiée en 5.5 de